

Method of making crankcase for internal combustion engine involves heating and cooling the liner to crankcase joints during manufacture

Publication number: DE19857390 (C1)

Publication date: 2000-04-06

Inventor(s): FINKBEINER HANSJOERG [DE] +

Applicant(s): DAIMLER CHRYSLER AG [DE] +

Classification:


- **International:** B22D19/00; B23P13/00; F02F1/10; F02F7/00; B22D19/00; B23P13/00; F02F1/02; F02F7/00; (IPC1-7): B22D15/02; B22D21/04; B23P13/00


- **European:** B22D19/00A; B23P13/00; F02F1/00L; F02F7/00A2

Application number: DE19981057390 19981212


Priority number(s): DE19981057390 19981212


Also published as:

 FR2787044 (A1)

 ITRM990749 (A1)

Cited documents:

 DE3931678 (C2)

 DE4023961 (A1)

Abstract of DE 19857390 (C1)

The method of making a crankcase (1) for an internal combustion engine involves casting the cases in a mould. After the cooling of the joints between the case and the cylinder liners (2), the latter are coarse machined on their inner surfaces (6). The joints are then held at a high temperature for a set time, after which they are surface finished.

Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 198 57 390 C 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
B 23 P 13/00
B 22 D 21/04
B 22 D 15/02

⑳ Aktenzeichen: 198 57 390.1-14
㉔ Anmeldetag: 12. 12. 1998
㉕ Offenlegungstag: -
㉖ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 6. 4. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Finkbeiner, Hansjörg, Dipl.-Ing., 73235 Weilheim,
DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 39 31 678 C2
DE 40 23 961 A1

KÖHLER, E. u.a.: LOKASIL-Zylinderlaufflächen -
Integrierte lokale Verbundwerkstofflösung für
Aluminium-Zylinderkurbelgehäuse. IN: Sonderaus-
gabe von ATZ und MTZ 1996-Werkstoffe im
Automobil-
bau, S. 38-42;
RÖHRIG, K. u. DEIKE, R.: Aluminium - der Werk-
stoff von morgen im Motorenbau? IN:
Sonderausgabe
von ATZ und MTZ-Werkstoffe im Automobilbau
97/98,
S. 14-20;
"Mercedes A-Klasse-Dieselmotoren". IN:
Sonderaus-
gabe ATZ und MTZ, 1997, S. 76;

⑤④ Verfahren zur Herstellung eines Kurbelgehäuses für eine Brennkraftmaschine

⑤⑦ Bei einem Verfahren zur Herstellung eines Kurbelge-
häuses aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung
mit Zylinderlaufbuchsen aus einem überwiegend eisen-
haltigen Gußwerkstoff sind folgende Verfahrensschritte
vorgesehen:

In einem ersten Verfahrensschritt werden die Zylinder-
laufbuchsen in einer Gießform für das Kurbelgehäuse mit
dem Kurbelgehäuse-Werkstoff umgossen.

In einem zweiten Schritt wird, nach dem Abkühlen des
Verbunds aus Kurbelgehäuse und Zylinderlaufbuchsen,
eine Grobbearbeitung von inneren Laufflächen der Zylin-
derlaufbuchsen durchgeführt.

In einem dritten Schritt wird der Verbund aus Kurbelge-
häuse und Zylinderlaufbuchsen über eine gewisse Halte-
zeit bei erhöhter Temperatur warm gelagert.

In einem vierten Schritt werden die Zylinderlaufbuchsen
auf die endgültige geometrische Form und auf das end-
gültige Maß fertigbearbeitet.

DE 198 57 390 C 1

DE 198 57 390 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Kurbelgehäuses für eine Brennkraftmaschine aus einem überwiegend aluminiumhaltigen Werkstoff nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

Aufgrund der Vorteile bezüglich des Gewichts ist es allgemein bekannt und üblich, Kurbelgehäuse aus Aluminium bzw. Aluminiumlegierungen herzustellen. Wegen der hohen mechanischen Belastungen der Zylinderlaufflächen werden in Kurbelgehäuse aus Aluminiumwerkstoffen häufig Zylinderlaufbuchsen aus einem härteren, verschleißfesteren Material eingegossen. Diese Zylinderlaufbuchsen bestehen dabei in den meisten Fällen aus einem überwiegend eisenhaltigen Gußwerkstoff, wie z. B. Grauguß. Wegen seines hohen Anteiles an Graphit bietet Grauguß außerdem bei einem kurzzeitigen Ausfall der Schmierung ausreichende Notlaufeigenschaften.

In der Praxis werden die Aluminium-Kurbelgehäuse mit den eingegossenen Zylinderlaufbuchsen prinzipiell durch die zwei nachfolgend beschriebenen Verfahrensschritte gefertigt.

Die Aluminium-Kurbelgehäuse werden z. B. durch Druckgießen hergestellt, wobei die z. B. aus Grauguß bestehenden Zylinderlaufbuchsen vorher in die Gießform eingelegt werden. Nach dem Abkühlen des Kurbelgehäuses mit den eingegossenen Zylinderlaufbuchsen werden die Laufflächen der Zylinderlaufbuchsen auf ihr endgültiges Maß bearbeitet.

Dieses Verfahren wirft allerdings einige technische Probleme auf. Eines der Probleme kommt durch die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Graugußbuchse und des Aluminium-Kurbelgehäuses zustande. Wenn sich das Kurbelgehäuse, z. B. im Betrieb der Brennkraftmaschine, erwärmt, dehnt sich das Aluminium-Kurbelgehäuse stärker aus als die Graugußbuchse und es bildet sich zwischen der Buchse und dem Kurbelgehäuse Spannungen. Diese Spannungen können letztendlich sogar zu einer Deformation der Zylinderbohrung und zu Problemen mit den in diesen Bohrungen laufenden Kolben führen.

Ein zweites technisches Problem beim Einsatz von Aluminium-Kurbelgehäusen mit Zylinderlaufbuchsen entsteht jedoch durch die Materialeigenschaften des Aluminiumwerkstoffes selbst. Ein Aluminiumwerkstoff lagert sich nämlich im Laufe der Zeit aus, was in Abhängigkeit von Temperatur und Zeit stattfindet. Dies bedeutet, daß der Aluminiumwerkstoff durch Rekristallisationsvorgänge ein wenig wächst. Die Zylinderlaufbuchse aus Grauguß zeigt dieses Verhalten dagegen nicht. Deshalb wird im Laufe des Betriebs der Brennkraftmaschine ein auslagerungsbedingter Spalt zwischen dem Grauguß und dem Aluminium auftreten. Der Spalt zwischen Zylinderlaufbuchse und Aluminiumwerkstoff des Kurbelgehäuses wird sich, auch beim Einsatz von Graugußbuchsen, während des Motorbetriebs vergrößern und es können Probleme bezüglich der geometrischen Maßhaltigkeit der Zylinderlaufbuchsen auftreten, welche weitere Probleme und Störungen nach sich ziehen.

Dieser zwischen Zylinderlaufbuchse und Kurbelgehäuse entstehende Spalt verursacht neben seinem negativen mechanischen Einfluß auf das Laufverhalten der Kolben auch noch große thermische Probleme in den Zylinderlaufbuchsen. Durch den Luftspalt erfolgt eine thermische Isolation zwischen der Zylinderlaufbuchse und dem die Laufbuchse umgebenden Kurbelgehäuse aus Aluminiumwerkstoff. Da die zur Kühlung der Zylinder vorgesehenen Kühlkanäle jedoch nur in dem Kurbelgehäuse angebracht sind, kann die Kühlung der Zylinderlaufbuchse durch den isolierenden Luftspalt nicht mehr gewährleistet werden. Dies kann zu

thermischen Problemen, wie thermischem Verzug oder gar einem Blockieren des Kolbens in der Zylinderbohrung führen.

In der Sonderausgabe der Automobiltechnischen/Motor-technischen Zeitung (ATZ/MTZ), 1997, S. 76 zur Mercedes-Benz A-Klasse ist ein Verfahren beschrieben, bei dem eine Zylinderlaufbuchse als sogenannte Raußgußbuchse ausgeführt ist. Dies bedeutet, daß die Zylinderlaufbuchse außen eine gußraue Struktur aufweist. Beim Umgießen mit dem Aluminiumwerkstoff des Kurbelgehäuses kommt es zu einer mechanischen Verzahnung zwischen dem die Raußgußbuchse umströmenden Aluminiumwerkstoff und den Oberflächenrauheiten der Buchse. Dadurch kann sich das Aluminium nach der Abkühlung mechanisch mit der Raußgußbuchse verklammern, da es prinzipiell zu keinen metallurgischen Verbindungen zwischen Aluminium und Grauguß kommen kann. Mit diesem Aufbau lassen sich die oben beschriebenen Probleme bezüglich der Spaltbildung zwar teilweise verringern, aber es kommt hier zu teilweise sehr hohen Materialspannungen zwischen dem Kurbelgehäuse und der starren Zylinderlaufbuchse aus Grauguß, die sich bei deren Endbearbeitung in nachteiliger Art und Weise abbauen.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zu schaffen, bei welchem der Herstellungsprozeß des Kurbelgehäuses aus überwiegend Aluminiumwerkstoff mit eingegossenen Zylinderlaufbuchsen aus eisenhaltigem Gußwerkstoff so beeinflusst werden kann, daß eine thermische Anbindung der Zylinderlaufbuchsen zum Kurbelgehäuse und die geometrische Maßhaltigkeit der Zylinderlaufbuchsen während des Betriebes der Brennkraftmaschine gewährleistet ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im Anspruch 1 beschriebenen Verfahrensschritte gelöst.

Wie auch im Stand der Technik werden in einem ersten Verfahrensschritt die Zylinderlaufbuchsen mit dem Material des späteren Kurbelgehäuses umgossen.

Nach dem Abkühlen des Verbunds aus Zylinderlaufbuchsen und Kurbelgehäuse erfolgt in einem zweiten, erfindungsgemäßen Verfahrensschritt ein Vorbearbeiten der eingegossenen Zylinderlaufbuchse, indem die Zylinderbohrung durch spanende Bearbeitung erweitert wird. Die Wandung der Zylinderlaufbuchse wird also auf eine gegenüber ihrem Ausgangszustand dünnere Wandstärke abgetragen. Durch diesen erfindungsgemäßen Verfahrensschritt wird erreicht, daß die Zylinderlaufbuchse durch die dünnere Wandstärke eine höhere Elastizität als vor der Vorbearbeitung aufweist. Die Dicke der nach der Vorbearbeitung verbleibenden Wandstärke, muß dabei so gewählt werden, daß nach dem nachfolgenden Verfahrensschritt auch für die später erfolgende Fertigbearbeitung der Zylinderlaufbuchse noch ausreichend viel Material zur Verfügung steht.

Die erhöhte Elastizität und Flexibilität der Zylinderlaufbuchse offenbart ihre besonders günstigen Eigenschaften erst im nachfolgenden Verfahrensschritt.

Als nachfolgender, in seinem Prinzip bekannter Verfahrensschritt erfolgt ein Warmauslagern des Verbunds aus Kurbelgehäuse und Zylinderlaufbuchsen. Bei diesem Warmauslagern bzw. Stabilisierungsglühen kommt es praktisch zu einer künstlichen Alterung des Aluminiumwerkstoffes des Kurbelgehäuses. Das Kurbelgehäuse erfährt dabei einen auf der Rekristallisation des überwiegend aluminiumhaltigen Werkstoffes beruhenden Wachstumsprozeß, der durch die Variation der Temperatur und Haltezeit so beeinflusst werden kann, daß er bei der Beendigung des Warmauslagerns praktisch abgeschlossen ist.

Der Wachstumsprozeß des Aluminiums findet also nicht wie bisher im Betrieb der Brennkraftmaschine statt, sondern wird praktisch unter kontrollierten Bedingungen in der Her-

stellung des Kurbelgehäuses vorweggenommen.

Dadurch, daß die Zylinderlaufbuchse bis auf ein kleines Aufmaß vorbearbeitet ist, wird sie elastischer und kann sich dem Wachstumsprozeß des Aluminiums besser anpassen. Dadurch treten weitaus weniger Materialspannungen auf, als dies bei nicht vorbearbeiteter Zylinderlaufbuchse der Fall wäre.

Nach dem Warmauslagern bzw. Stabilisierungsglühen findet eine Fertigbearbeitung der Zylinderlaufbuchsen statt. Dabei wird die innere, später dem Kolben zugewandte Oberfläche der Zylinderlaufbuchsen auf das endgültige Maß und die erforderliche Rundheit fertigbearbeitet.

Da der Alterungsprozeß des Aluminiums durch das Warmauslagern bzw. Stabilisierungsglühen bereits vorweggenommen wurde, wird das fertige Kurbelgehäuse weitaus weniger innere Spannungen zwischen der Zylinderlaufbuchse und dem Aluminiumwerkstoff des Kurbelgehäuses aufweisen, und es wird die Rundheit der Zylinder auch über einen längeren Zeitraum weitaus besser halten.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind die Zylinderlaufbuchsen aus Rauhguß ausgeführt. Die beiden Werkstoffe können sich durch den Wachstumsprozeß des Kurbelgehäuses und das elastische Nachgeben der Zylinderlaufbuchse so miteinander verklammern, daß es im Betrieb des Motors zu keinem oder nur noch zu einem minimalen bzw. punktuell eingeschränkten Spalt zwischen dem Kurbelgehäuse und der Zylinderlaufbuchse aus Rauhguß kommen wird. Die Betriebseigenschaften des Motors können dadurch erheblich verbessert werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und dem nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipiell dargestellten Ausführungsbeispiel.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Schnittdarstellung durch einen Teil eines Kurbelgehäuses mit eingegossenen Zylinderlaufbuchsen; und **Fig. 2** eine Schnittdarstellung gemäß der Linie II-II in **Fig. 1**.

Fig. 1 zeigt ein Kurbelgehäuse **1** für eine Brennkraftmaschine (nicht dargestellt) mit drei eingegossenen Zylinderlaufbuchsen **2** dargestellt. Das Kurbelgehäuse **1** besteht aus einer Aluminiumlegierung, die Zylinderlaufbuchsen **2** aus sogenanntem Rauhguß. Rauhguß bedeutet hierbei, daß eine dem Kurbelgehäuse **1** zugewandte Oberfläche **3** der Zylinderlaufbuchsen **2** aus Rauhguß, in ihrer gußrauen Oberflächenstruktur verbleibt. Durch diese gußraue Oberfläche **3** der Zylinderlaufbuchse **2** kann sich eine innere Oberfläche **4** des Kurbelgehäuses **1** aus einer Aluminiumlegierung mechanisch sehr gut mit der Oberfläche **3** der Zylinderlaufbuchse **2** verklammern.

In **Fig. 2** ist eine weitere Schnittdarstellung durch das Kurbelgehäuse **1** dargestellt.

Bei ihrem Herstellungsprozeß werden die Zylinderlaufbuchsen **2** mit einer gegenüber dem endgültigen Zustand größeren Wandstärke hergestellt. In den **Fig. 1** und **2** wird dies durch eine punktierte Linie **5** angedeutet.

Bei der Herstellung wird die Zylinderlaufbuchse **2** welche dann noch ihre ursprüngliche Abmessung wie durch die Linie **5** angedeutet, aufweist, in eine Gießform für das Kurbelgehäuse **1** eingelegt, welche z. B. eine Druckgießform sein kann.

In der Gießform für das Kurbelgehäuse **1** werden die eingelegten Zylinderlaufbuchsen **2** von dem Aluminiummaterial des Kurbelgehäuses **1** umgossen. Es entsteht dabei der gewünschte Verbund aus Kurbelgehäuse **1** und Zylinderlaufbuchsen **2**.

Nach dem Abkühlen des Verbunds aus Kurbelgehäuse **1** und Zylinderlaufbuchsen **2** werden innere Laufflächen **6** der

Zylinderlaufbuchsen **2** spanend grob vorbearbeitet. Sie werden dabei auf einen vorgegebenen Durchmesser der Zylinderbohrung ausgedreht. Dieser Durchmesser, welchen in den Figuren durch eine strichpunktierte Umrißlinie **7** angedeutet ist, muß dabei so gewählt werden, daß nach Ablauf der folgenden Fertigungsschritte eine ausreichend dicke Wandstärke der Zylinderlaufbuchse **2** verbleibt, um die Zylinderlaufbuchse **2** bzw. die Zylinderbohrung auf ihr endgültiges Maß und ihre endgültige geometrische Form fertig zu bearbeiten.

Im nachfolgenden Fertigungsschritt erfolgt ein Warmauslagern bzw. Stabilisierungsglühen des Verbunds aus Kurbelgehäuse **1** und Zylinderlaufbuchsen **2**. Bei diesem "künstlichen Altern" des Kurbelgehäuses **1** und der Zylinderlaufbuchsen **2** bei etwa 200 bis 250°C über mehrere Stunden, vorzugsweise 3 bis 5 Stunden, kommt es zu den beschriebenen Wachstumsprozeß des Aluminiummaterials des Kurbelgehäuses **1**. Eine nach der ersten Bearbeitung der Zylinderlaufbuchse **2** relativ dünne verbleibende Wandung **8** ermöglicht es, daß sich die Zylinderlaufbuchse **2**, insbesondere deren Wandung **8**, dem wachsenden Aluminiumwerkstoff des Kurbelgehäuses **1** leichter anpassen kann.

Nach dem künstlichen Altern, also dem kontrollierten Wachstumsprozeß des Aluminiummaterials des Kurbelgehäuses **1**, verbleibt die Zylinderlaufbuchse **2** mit einer gewissen Unrundheit, welche durch den Wachstumsprozeß des Aluminiumwerkstoffes und die Verformung der Wandung **8** der Zylinderlaufbuchse **2** verursacht wird. In dem abschließenden Feinbearbeitungsschritt wird die innere Lauffläche **6** der Zylinderlaufbuchse **2** dann auf die endgültige geometrische Form und das endgültige Maß fertigbearbeitet. Eventuell auftretende Maßabweichungen und Unrundheiten werden dabei egalisiert.

Die Kombination einer Zylinderlaufbuchse **2** aus Rauhguß mit dem beschriebenen Herstellungsverfahren erreicht eine ideale Verklammerung der Zylinderlaufbuchse **2** mit dem Aluminiummaterial des Kurbelgehäuses **1**, so daß auch im Betrieb der Brennkraftmaschine keine Spaltbildungen zwischen dem Kurbelgehäuse **1** und der Zylinderlaufbuchse **2** auftreten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Kurbelgehäuses (1) für eine Brennkraftmaschine aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, mit Zylinderlaufbuchsen (2), wobei die Zylinderlaufbuchsen (2) aus einem überwiegend eisenhaltigen Gußwerkstoff bestehen, und wobei
 - 1.1 in einem ersten Verfahrensschritt die Zylinderlaufbuchsen (2) in einer Gießform für das Kurbelgehäuse (1) mit dem Kurbelgehäuse-Werkstoff umgossen werden,

dadurch gekennzeichnet, daß

- 1.2 in einem zweiten Schritt nach dem Abkühlen des Verbunds aus Kurbelgehäuse (1) und Zylinderlaufbuchsen (2) eine Grobbearbeitung von inneren Laufflächen (6) der Zylinderlaufbuchsen (2) erfolgt;
- 1.3 in einem dritten Schritt der Verbund aus Kurbelgehäuse (1) und Zylinderlaufbuchsen (2) über eine gewisse Haltezeit bei erhöhter Temperatur eine Warmauslagerung erfährt;
- 1.4 in einem vierten Schritt die Zylinderlaufbuchsen (2) auf die endgültige geometrische Form und auf das endgültige Maß fertigbearbeitet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zylinderlaufbuchse (2) an ihrer äußeren Oberfläche (3) eine gußraue Struktur aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Kurbelgehäuse (1) aus einer Aluminium-Legierung mit Kupfer- und/oder Silizium-Anteilen hergestellt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Warmauslagern bei einer Temperatur von 200 bis 250° Celsius stattfindet.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Warmauslagern über einen Zeitraum von 3 bis 5 Stunden durchgeführt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Grobbearbeitung der Zylinderlaufbuchse (2) im zweiten Verfahrensschritt durch Ausdrehen erfolgt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

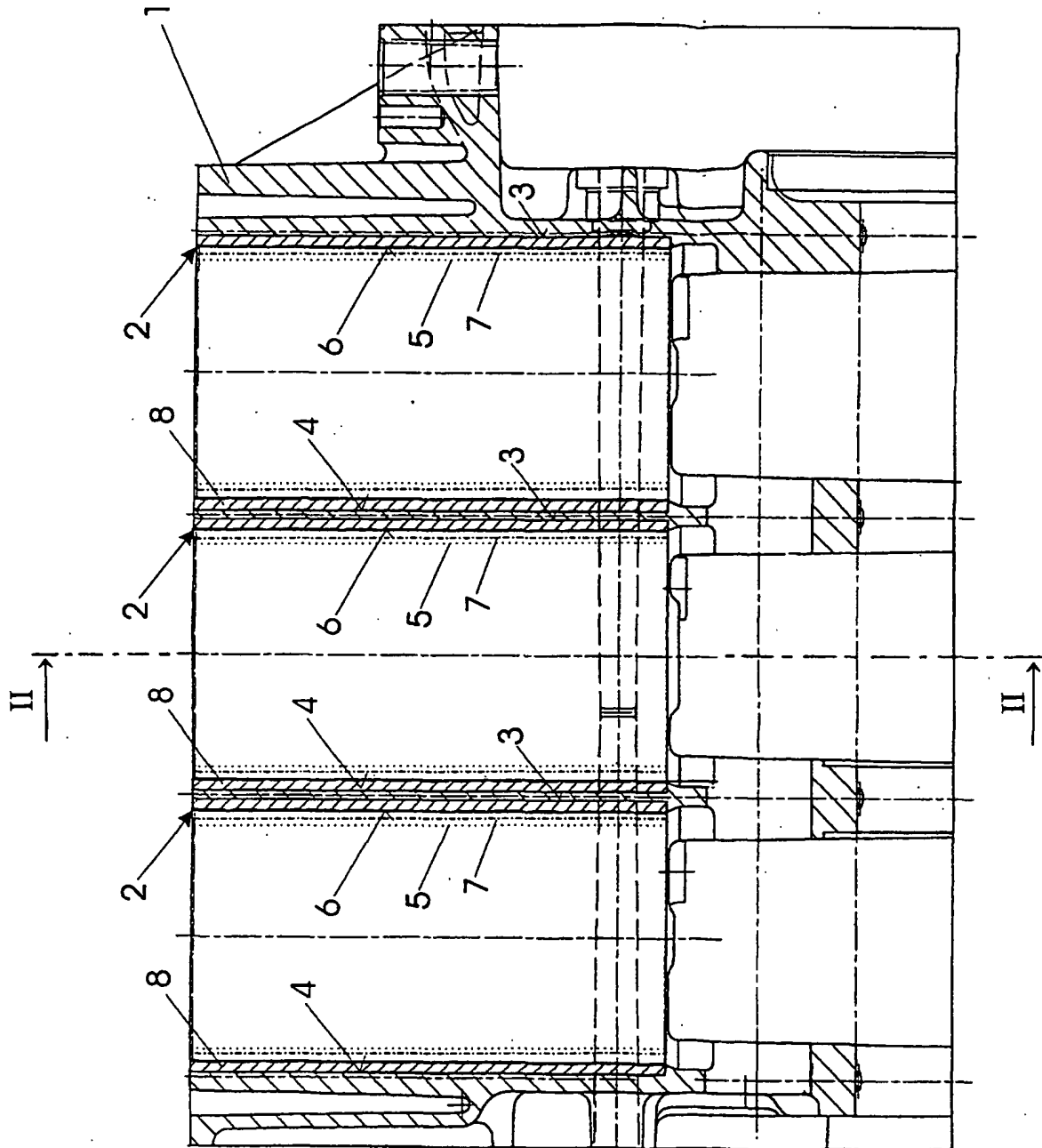
50

55

60

65

Fig. 1



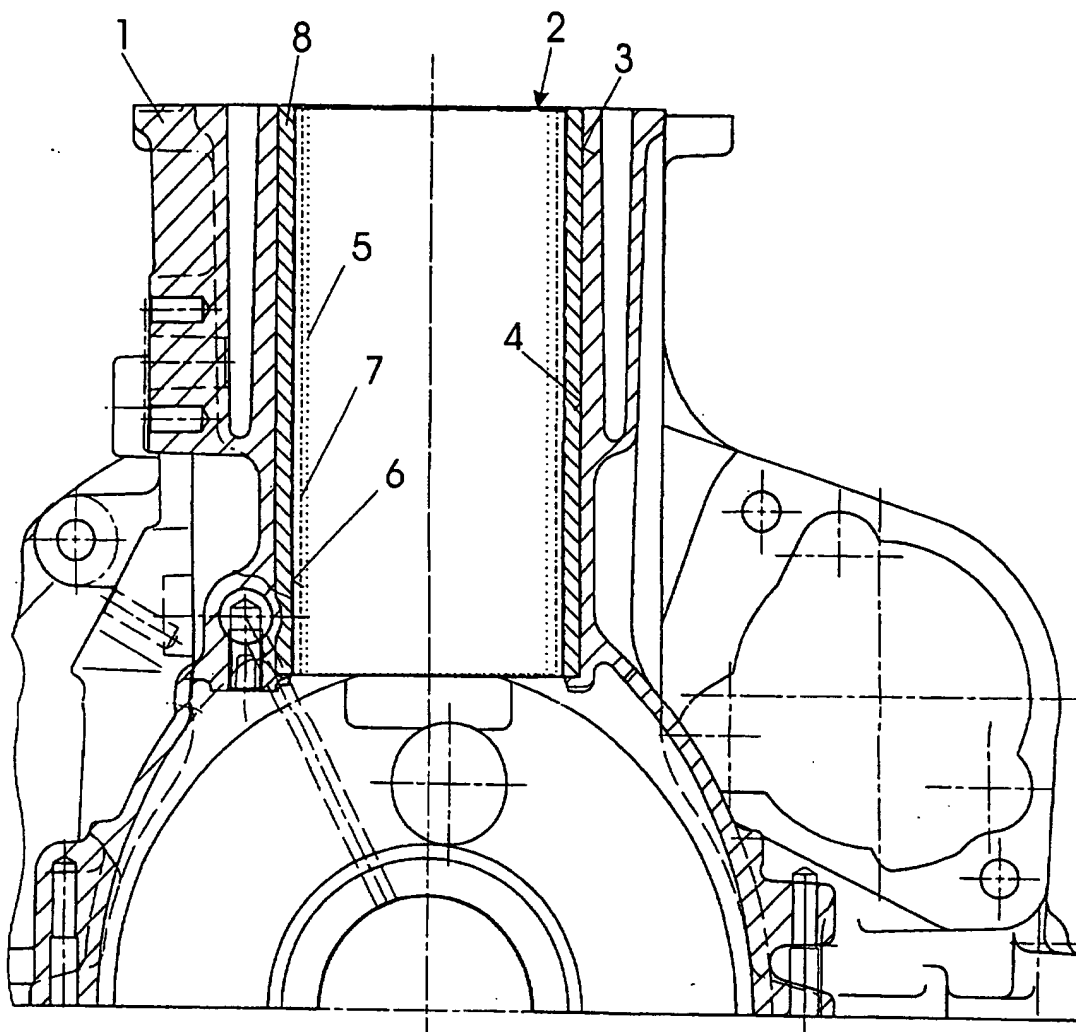


Fig. 2